Aus der Medizinischen Klinik der Universität Freiburg im Breisgau
Leiter: Prof. Dr. Eppinger

Vergleichende Blutmengenbestimmungen nach der CO- und Farbstoffmethode

Inaugural-Dissertation zur Erlangung der medizinischen Doktorwürde, vorgelegt der Hohen medizinischen Fakultät der Albert-Ludwigs-Universität in Freiburg i. Br.

vorgelegt von
MARGARETE HOFFNER
aus Oberglottertal (Baden)

Buchdruckerei Mors & Singler, Freiburg im Breisgau / 1933

Gedruckt mit Genehmigung der medizinischen Fakultät der Universität Freiburg im Breisgau.

Dekan:

Prof. Dr. Löhlein

Referent:

Prof. Dr. Eppinger

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

I.

Die Bedeutung der Gesamtblutmenge für die Physiologie des Kreislaufes ist schon lange bekannt und bildet seit vielen Jahren den Gegenstand großen Interesses und intensiver Forschung.

Die ersten Bestimmungen stammen aus dem Jahre 1854 von Welcker und Bischoff. Sie wurden von Welcker an Tieren, von Bischoff an zwei Hingerichteten ausgeführt. Es handelt sich hierbei um die sogenannte direkte Blutmengenbestimmung oder Ausblutungsmethode. Aus vielen anderen Versuchen, die zirkulierende Blutmenge zu bestimmen, haben sich im Laufe der Jahre zwei weitere Methoden herauskristallisiert, die als indirekte Blutmengenbestimmung bezeichnet werden. Die eine ist die sogenannte Farbstoff-, die andere die Kohlenoxydmethode.

Ausführliche, zusammenfassende Arbeiten für alle diese Methoden sind schon mehrfach erschienen. (1) (2) Ich möchte mich deshalb darauf beschränken, lediglich das Prinzipielle derselben kurz noch einmal auszuführen.

Bei der Farbstoffmethode wird eine bestimmte Menge Farbstoff von bekannter Konzentration intravenös injiziert und aus der Verdünnung derselben im Plasma auf die Menge Plasma geschlossen (Kolorimetrische Bestimmung mit einer Standardlösung von bekannter Farbstoffkonzentration). Um auf die gesamte zirkulierende Blutmenge zu kommen, muß die für das Plasma gefundene Zahl mit dem Hämatokritwert multipliziert werden.

Die CO-Methode ermöglicht die Bestimmung des gesamten Hämoglobingehaltes. Eine bekannte Menge CO-Gas wird der Einatmungsluft zugegeben. In den Alveolen der Lunge findet die Bindung desselben an das Hämoglobin des Blutes statt. Nach 10 Minuten wird aus einer Vene eine Blutprobe entnommen und die darin enthaltene Menge CO bestimmt. Aus der prozentualen Sättigung dieser bekannten Menge Blut wird auf die gesamte Blutmenge geschlossen. Dabei muß reduziert werden auf 760 mm Barometerstand und Null Grad.

Da nun zwischen diesen verschiedenen Arten der Blutmengenbestimmung nicht unerhebliche Differenzen zu bestehen scheinen, bildet die Frage nach der Verwertbarkeit derselben, sowie die Frage, welche von beiden Methoden die genaueren Resultate ergibt, den Gegenstand lebhaften Streites. Vergleichende Versuche zwischen der Farbstoff- und der CO-Methode an einem und demselben Objekt wurden bisher nur von Smith, Arnold, Carrier, Belt und Whipple an 14 Hunden und 6 gesunden Menschen in Selbstversuchen vorgenommen. (3) (4)

Wir haben nun diese vergleichenden Versuche bei ein und demselben Patienten ausgeführt und zwar im ganzen in 18 Fällen (siehe Tabelle).

Unsere Versuchsanordnung war folgende:

Sämtliche Patienten wurden in nüchternem Zustande und bei völliger Körperruhe untersucht.

Einatmen einer bestimmten Menge Kohlenoxydgas. Dazu verwandten wir ein geschlossenes System, das sich aus folgenden Bestandteilen zusammensetzte:

1 Gummisack von etwa 3 Liter Inhalt für den Sauerstoff,
1 Kalipatrone zur CO_2 Absorption,
2 Ventile,
1 Mundstück,
1 Nasenklemme.

Das CO-Gas wird langsam im Laufe von 2 Minuten aus einer Bürette vor dem Einatmungsventil in das System eingelassen (100—150—200 ccm, siehe Tabelle).

Nach 10 Minuten Blutentnahme aus einer Armvene von 10 ccm — unter Paraffin aufgefangen — für die CO-Methode nach van Slyke.

Abnahme des Mundstückes und der Nasenklemme.

Danach Entnahme von 2 ccm Blut zur Hämatokritbestimmung.

Anschließend Entnahme von 15 ccm Blut zur Serumgewinnung für die Standardlösung.

Zur Herstellung der Standardlösung nahmen wir die Durchschnittszahl 45 ccm Plasma pro kg Körpergewicht und als Durchschnitt für das Körpergewicht 60 kg. Die durchschnittliche Plasmamenge würde also in diesem Falle 2700 ccm betragen. Dazu addiert wird ein Sechstel dieser Zahl = der Verdünnung durch Oxalat. Man kommt also rund auf 3200 ccm Plasma. Werden nun 10 ccm Farb-

stofflösung injiziert, so wäre der Farbgehalt im Plasma 0,32 %. Um denselben Farbgehalt in der Standardlösung zu erhalten, müßten also zu 10 ccm Standardplasma 0,032 gr Farblösung zugesetzt werden. Um die Blutentnahme zu verringern, gingen wir von 5 ccm Serum für die Standardlösung aus und setzten derselben 0,016 gr Farbstofflösung zu. (7)

Darnach wurden je nach Körpergewicht (siehe Tabelle) 6—10 ccm Farbstoff injiziert. Wir nahmen als Farbstoff Trypanrot in 0,8 prozentiger Lösung (Herstellungsmethode nach Seyderhelm und Lampe). (7)

Drei und sechs Minuten nach Injection des Farbstoffs entnahmen wir jeweils 10 ccm Blut.

Zur Kolorimetrie verwandten wir bei einem Teil der Versuche das Bürkersche Kolorimeter, bei einem andern Teil das Kolorimeter von du Bosq.

Die Kanüle blieb während des ganzen Versuches in der Vene liegen. Sie war mit einem Ansatzstück verbunden, das durch einen kleinen Hahn verschlossen werden konnte.

Um die Gerinnung zu verhindern, versetzten wir das Blut mit einer Lösung von Ammoniumoxalat im Verhältnis 11 : 1 (siehe Abderhaldens Handbuch der Biologischen Arbeitsmethoden: Seyderhelm und Lampe Seite 253/1928). (7)

Das Blut für die Methode nach van Slyke wurde zur Verhinderung der Gerinnung unter Paraffin mit gepulvertem Natriumzitrat 5 Minuten lang gerührt.

Zur Berechnung der Blutmenge verwandten wir die in der Arbeit von Griesbach (2) angegebene Formel in folgender Vereinbarung:

Das Kolorimeter auf der Seite der Standardlösung stellten wir stets auf den Skalenteil 5 ein. Da wir die Standardlösung immer mit 5 ccm ansetzten, hoben sich diese beiden Faktoren in der Formel auf. Zur Standardlösung gaben wir in allen Fällen dieselbe Menge Farbstoff zu und zwar 0,016 g. Die Verdünnung mit Oxalat betrug jeweils 1 : 11. Dadurch erhielten wir stets denselben Nenner: 0,0176.

Plasmamenge: $\frac{D \cdot R}{0{,}0176}$, wobei D die Zahl der ccm injizierter Farbstofflösung, R die Kolorimeterablesung bedeutet. Zur Berechnung der Blutmenge muß dann noch mit dem Hämatokritwert multipliziert werden.

Fehlerbreite: 1. Für die Farbstoffmethode:

a) der größte Fehler liegt in der Bestimmung des Hämatokritwertes.

b) ein weiterer Fehler liegt in der Kolorimetrie. Aus 10—20 Ablesungen wird der Mittelwert errechnet. Der Fehler beträgt etwa 300 ccm.

2. Für die CO-Methode.

Die Fehlerbreite bei der CO-Methode ist um so geringer, je mehr Kohlenoxyd eingeatmet wird. Die Methode nach van Slyke zur Bestimmung des CO ist sehr genau. Dennoch rechnen wir mit einem Fehler von etwa 200 ccm.

Trotzdem wir die Farbstofflösung am Morgen eines jeden Versuches frisch zubereitet hatten, und alle Maßnahmen für ein steriles Arbeiten getroffen waren, sahen wir in zwei Fällen — etwa eine Stunde nach der Farbstoffinjektion — Schüttelfröste und Temperatursteigerungen bis zu 39,5 Grad. In einer Reihe von Fällen klagten die Patienten über leichtes Frösteln, dem geringe Temperaturerhöhungen bis zu 37,6 Grad (axillar gemessen) folgten. Erscheinungen, wie wir sie beobachteten, sind auchv on einer Reihe von Untersuchern beschrieben. Da es sich um eine kolloidale Lösung handelt, so sind solche Temperatursteigerungen auch ohne weiteres als „corpusculäre" Reaktionen verständlich. Wir sind daher durch diese Beobachtungen gezwungen, einen gegensätzlichen Standpunkt zu manchen Autoren einzunehmen, die ähnliche Folgeerscheinungen der Farbstoffmethode nur bei Verwendung einer fehlerhaft zubereiteten oder einer nicht frischen Farbstofflösung gesehen haben wollen. (7) (9)

Zur Hämatokritbestimmung verwandten wir die Bönningerschen und die von Ewig hergestellten Hämatokrite, da wir nach vielen vergleichenden Versuchen (Hämatokrite nach Starlinger — graduierte Zentrifugenröhrchen, wie sie manche Autoren angeben —, Bönningersche Hämatokrite und diejenigen von Ewig) mit diesen beiden die am genauesten übereinstimmenden Resultate erzielt haben.

II.

Wie schon eingangs erwähnt, hat die zirkulierende Blutmenge in der Kreislaufphysiologie sowie in der Diagnostik und Therapie verschiedener Erkrankungen (Eppinger, Ewig,

Schürmeyer, Laszlo, von Bergmann, Wollheim, Hitzenberger, Tuchfeld) immer mehr an Bedeutung gewonnen. Es handelt sich hierbei in erster Linie um die Untersuchungen bei Kompensation und Dekompensation. Beide Stadien gehen mit einer Veränderung der zirkulierenden Blutmenge einher. Wollheim spricht sogar von einem Stadium der Plus- und Minusdekompensation, meint damit zwei ganz verschiedene Krankheitsbilder und findet in beiden eine Zu- bezw. Abnahme der zirkulierenden Blutmenge (9, 11). Die diesbezüglichen Untersuchungen konnten von anderer Seite (Eppinger, Ewig, Schürmeyer, Laszlo, Hitzenberger, Tuchfeld) nicht generell bestätigt werden. Die an der Eppingerschen Klinik gemachten Versuche über die zirkulierende Blutmenge bei Dekompensation ergaben durchweg eine beträchtliche Vermehrung derselben. Wird jedoch das Stadium der Dekompensation in das der Kompensation übergeführt, so findet man auch regelmäßig eine Verminderung der zirkulierenden Blutmenge. Nur bei der sogenannten Kollapsdekompensation (Kli. Wo. No. 47, 1928) — also einer Dekompensation, die auf irgend einen frischen Infekt zurückzuführen ist — fand man die zirkulierende Blutmenge vermindert (Eppinger, Schürmeyer, Laszlo, Ewig).

Da die Bergmannsche Klinik (von Bergmann, Wollheim) einerseits, die Eppingersche Klinik und Hitzenberger andererseits, zu verschiedenen Resultaten kommen und da beide nach verschiedenen Methoden gearbeitet hatten (Eppinger und Hitzenberger mit der CO-Methode, Wollheim mit der Farbstoff-Methode), lag die Frage nahe, ob die Differenzen in der Verschiedenheit der Methoden begründet sein könnten. Es war deshalb von Wichtigkeit, diese beiden Methoden am selben Objekte gegeneinander auszuwerten.

Die Ergebnisse unserer Versuche sind in der eingefügten Tabelle zusammengestellt worden.

Es kam uns darauf an:

1. die beiden Methoden unter denselben Bedingungen zu vergleichen,
2. herauszufinden, worin die Ursache der Differenzen zwischen beiden liegt,
3. zu entscheiden, welche von beiden die bessere Methode sei, oder ob sie im gleichen Sinne verwertet werden können.

Übereinstimmend mit den Befunden von Smith, Belt, Arnold, Whipple und Carrier (3) (4) fanden wir in allen Normalfällen mit der Farbstoffmethode eine größere Blutmenge als mit der CO-Methode (siehe Tabelle).

Da jedoch die Blutproben für beide Methoden aus derselben Vene entnommen wurden, die Verteilung zwischen Plasma und Blutkörperchen in verschiedenen Gefäßbezirken jedoch eine verschiedene ist, dürfte wohl beiden Methoden eine unvermeidliche Fehlerquelle von vornherein zu Grunde liegen, denn die Voraussetzung bei der Blutmengenbestimmungsmethode ist die Annahme einer gleichmäßigen Verteilung zwischen Erythrozyten und Plasma im Gesamtgefäßsystem. Man berechnet ja aus dem an das Hämoglobin gebundenen CO-Gehalt bezw. aus der Farbstoffverdünnung im Plasma des Cubitalvenenblutes die Menge des Gesamtblutes.

Die Verschiedenheit der Verteilung zwischen Plasma und Blutkörperchen in verschiedenen Gefäßbezirken wird von von Fahraeus (5) festgestellt. Er führt auch die Diskrepanz zwischen beiden Methoden der Blutmengenbestimmung auf diese Tatsache zurück.

An Hand von Versuchen beweist er, daß eine Suspension, also z. B. Blut, in einer Kapillare mit einem Durchmesser von 0,5 mm abwärts eine Verdünnung erfährt, d. h., die festen Bestandteile wandern im Axialstrom und zwar mit größerer Geschwindigkeit. Infolgedessen enthalten diese Gefäße weniger Blutkörperchen und mehr Plasma. Wenn man nun mit Fahraeus annimmt, daß das Blut des parakapillaren Gefäßgebietes (Parakapillaren Gefäße von 0,5 mm Durchmesser an) die halbe Blutmenge ausmacht, so dürfte die größer errechnete Blutmenge bei der Farbstoffmethode erklärt sein. In einer andern Arbeit aus dem Aschoffschen Institut (8) wird nachgewiesen, daß die Verteilung der Blutbestandteile in den Kapillaren eine ganz verschiedene sein kann. So bestreitet Mitsuno z. B. das von manchen Autoren beobachtete „Leersein" von Kapillaren. Diese „verchlossenen" Kapillaren enthalten zwar keine Blutkörperchen, sind aber mit Plasma gefüllt. Auch aus dieser Tatsache ließe sich die größere Blutmenge bei der Farbstoffmethode erklären.

Wie aus der Tabelle ersichtlich, fanden wir in 8 von 18 Fällen jedoch umgekehrte Verhältnisse, d. h. die Blutmenge nach der CO-Methode bestimmt, war größer, als die nach der Farbstoffmethode errechnete. Mit Ausnahme eines ein-

zigen Falles (Nr. 10) handelt es sich hier um Patienten mit Herzfehlern.

Es erhebt sich nunmehr die Frage, ob in diesen Fällen die Verteilung der Blutbestandteile eine andere ist. Aus obigen Betrachtungen zu schließen, müßte also hier das Verhältnis zwischen Plasma und Blutkörperchen im zirkulierenden Blut des Parakapillarengebietes zu Gunsten der letzteren liegen. Wiederum könnte auch dafür eine Beobachtung von Midsuno sprechen (8), daß es mitunter Kapillaren gibt, die nur von Blutkörperchen ausgefüllt sind.

Außerdem gibt Aschoff an, daß bei Stauungserscheinungen die Organe strotzend mit Blut gefüllt seien. Der vermehrte Erythrozytengehalt in den gestauten Kapillaren ließe sich dann aus der verlangsamten Zirkulationsgeschwindigkeit ohne weiteres erklären. Da die Erythrozyten sich normaliter schon schneller bewegen als das Plasma, so würden von dem Nachlassen der Strömungsgeschwindigkeit bei der Erweiterung des gestauten Strombettes in erster Linie die Erythrozyten getroffen werden.

Der obigen, auf experimentellen Beobachtungen beruhenden Fragestellung, ob die bei Herzkranken mit der CO-Methode errechnete größere Blutmenge auf eine andere Verteilung der Blutbestandteile zurückzuführen sei, kommt die Eppingersche Annahme entgegen, daß die Blutzusammensetzung bei verschiedenen Krankheiten Änderungen aufweist.

Darüber abschließende Resultate zu erhalten, dürfte einer späteren Arbeit vorbehalten sein an Hand eines größeren Patientenmaterials.

Nachdem alle oben erwähnten Faktoren in Rechnung gezogen sind, handelt es sich nunmehr darum, zwischen den beiden Methoden der Blutmengenbestimmung zu entscheiden. Ich möchte aus den bereits erwähnten Gründen die Entscheidung dahin fällen, daß beide Methoden annähernd denselben Fehlern unterworfen sind. Die Farbstoffmethode gibt genauere Werte für die zirkulierende Plasmamenge, die CO-Methode für die Hämoglobin- bezw. Erythrozytenmenge. Die Fehler beider Methoden werden ausgeglichen, wenn man die CO-Methode und die Farbstoffmethode kombiniert anwendet und das Mittel aus beiden Werten nimmt.

Es gilt nun noch, zu den bereits erwähnten vergleichenden Versuchen Stellung zu nehmen.

In der Arbeit über die vergleichenden Versuche an 14 Hunden (3) kommen Smith, Arnold, Carrier und Whipple zu folgendem Ergebnis:

	Welckersche Methode Durchschnitt	Farbstoff-Methode Durchschnitt	CO-Methode Durchschnitt
ccm Plasma pro kg	40,0	50,3	42,1
ccm rote Blutkörperchen pro kg	41,8	52,8	43,9
ccm Gesamtblut pro kg	82,7	103,9	86,9

Zusammenfassend sagen sie (3):

4,8 ccm Vol. Plasma pro 100 g Körpergewicht
4,2 ccm Vol. Erythr. pro „ „ „
0,2 ccm Vol. Leukoc. pro „ „ „

Die Summe dieser Ergebnisse 9,2 ccm ist das Blutvolumen pro 100 g beim Hund.

Die einzigen Versuche an Menschen stammen von Smith, Carrier und Arnold an 6 Personen. Sie untersuchten die Blutmenge zunächst in Meereshöhe und anschließend im Hochgebirge. Sie fanden mit der Farbstoffmethode unter normalen Bedingungen im Tiefland stets beträchtlich höhere Werte als mit der CO-Methode. Im Durchschnitt mit der CO-Methode 4484 ccm, mit der Vitalrotmethode 6187 ccm, also wesentlich höhere Differenzen als wir. Umgerechnet auf ein Kilogramm Körpergewicht ergibt die erste Methode 69 ccm, die zweite dagegen 96 ccm. Dieser letzte Wert weicht sehr stark von den Mittelwerten ab, die von anderen Autoren mit der Farbstoffmethode ermittelt sind. Der Durchschnitt beträgt nach den Ermittlungen von Seyderhelm und Lampe etwa 83 ccm. Der Durchschnittswert der CO-Methode nach Untersuchungen von Ewig und Hinsberg beträgt etwa 73 ccm, sodaß die Befunde der amerikanischen Autoren diesem Werte sehr nahe kommen. Es scheint daher, daß bei obigen Versuchen besondere Verhältnisse vorlagen, wenn nicht methodische Fehler bei der Farbstoffmethode eine Rolle spielen. Leider haben die Autoren die Blutmenge mit dieser Methode nur einmal bestimmt. Kontrollversuche fehlen! Die Untersuchungen waren jedoch nicht zum Zweck der gegenseitigen Auswertung unternommen worden. Daher sind auch die Differenzen von den Autoren nicht diskutiert.

Von Interesse ist aber noch das Verhalten der mit beiden Methoden erhaltenen Blutmengenwerte im Hochgebirge. Darnach bleibt die Blutmenge — mit der Farbstoffmethode bestimmt — in Meereshöhe sowohl als auch nach dreiwöchentlichem Aufenthalt im Hochgebirge dieselbe; ja die Durchschnittszahl für das Hochgebirge zeigt eher eine geringe Senkung: 6071 ccm gegen 6187 ccm, auch die Erythrozytenmenge soll darnach von 2730—2717 fallen, was allen bisherigen Beobachtungen widerspricht.

Die mit der CO-Methode errechneten Blutmengen in Meereshöhe und im Hochgebirge verhalten sich dagegen wie 4484:4963 ccm. Die zirkulierende Blutmenge ist also im Hochgebirge, mit der CO-Methode errechnet, größer als die in Meereshöhe bestimmte. Dieses Resultat stimmt überein mit den übrigen Ergebnissen dieser Expedition, daß nämlich im Hochgebirge der Hämoglobingehalt des Blutes erhöht, die Zahl der roten Blutkörperchen vermehrt und die Hämatokritwerte gesteigert seien, während das Plasmavolumen gleich bleibt.

Ähnliche Befunde, nämlich eine Steigerung der zirkulierenden Blutmenge im Hochgebirge, wurden auch von Ewig und Hinsberg (Eppingersche Klinik) erhoben. Es handelt sich hier um Versuche, die im Mai dieses Jahres auf dem Jungfraujoch ausgeführt wurden. Da jedoch nur die Kohlenoxydmethode zur Verwendung kam, fehlen die Vergleichszahlen mit der Farbstoffmethode.

III.

Zusammenfassend wäre also zu sagen: Der Streit um die beiden Methoden zur Bestimmung der zirkulierenden Blutmenge ist dahingehend zu entscheiden, daß beide Methoden kombiniert angewendet werden sollen.

Begründung: 1. Die Verteilung der Blutbestandteile ist in verschiedenen Bezirken des Körpers verschieden.

2. Die Verteilung der Blutbestandteile differiert anscheinend bei verschiedenen Krankheiten und ist außerdem abhängig von veränderten Lebensbedingungen (Hochgebirge).

Da nun mit der einen Methode das Plasmavolumen, mit der andern Methode das Volumen der festen Blutbestandteile ermittelt wird, dürften genaue Ermittelungen der tatsächlich zirkulierenden Blutmenge wohl am ehesten durch die Kombination beider Methoden erzielt werden.

No.	Datum	Name	Alter	Größe cm	Gewicht kg	Krankheit	Trypanrot Injektion 0,8% ccm
1	26. 3.	Ro.	35	168	66.5	Gastritis	8
2	28. 3.	Ru.	32	175	84.0	Epilepsie; Arthr. def.	10
3	12. 4.	Schn.	45	167	75.0	Asthma	10
4	5. 7.	Ki.	39	170	69.0	Arthr. def.	10
5	9. 7.	Pa.	31	185	73.5	Basedow	10
6	12. 7.	Be.	58	167	62.0	Kropf	7
7	30. 6.	Ke.	67	162	64.0	Coronarsklerose Ca.-Verdacht	7
8	29. 6.	Ki.	46	176	70.5	Hypertonie, Sec. Schrumpfniere	10
9	4. 7.	Ja.	53	163	57.5	Leichte cer. Sklerose Herzbefund normal	6
10	1. 7.	Ma.	43	158	64 5	Menièrescher Schwindel	7

Herzfälle

11	7. 3.	Ind.	36	175	82.0	Chron. Gelenkrheumat. Komp. Mitralinsuff.	10
12	31. 3.	Schl. (x)	16	152	43.8	Mitralinsuff. und Stenose Stauungslunge	6
13	4. 4.	Ka.	20	174	61.5	Polyarthr. rheum.	7
14	5. 4.	Mu.	64	170	70.0	Komp. Hypertonie myodegeneratio	7
15	3. 7.	Fa.	34	169	63.4	Pericarditis exsud.	7
16	17. 7.	Mo.	57	174	71.0	Decomp. Hypertonie	10
17	20. 7.	Rö.	63	174	63.0	Hypertonie Arteriosklerose	8
18	21. 7.	Ha.	29	155	46.5	Mitralstenose Aorteninsuff.	6

(x) Verdünnung 1:5

Plasma-menge ccm	Blutmenge n. d. Farb-stoffmeth. Ltr.	Blutmenge n. d. CO-Methode Ltr.	Diffe-renz ccm	in %	Tatsächl. zirkul. Blutmenge Ltr.	Zirkul. Blutmenge pro kg K. Gew.	Hämatokrit Wert.
2390	5,15	5,02	130	2,6	5,09	76,5	2,15
2771	5,63	4,94	690	14,0	5,29	63,0	2,03
3895	7,36	6,22	1140	18,3	6,79	90,5	1,89
3693	6,64	6,22	420	6,8	6,43	93,2	1,80
3655	7,31	7,04	270	3,8	7,18	96,3	2,00
2384	5,05	5,15	100	2,0	5,10	82,3	2,10
2490	4,72	4,51	210	4,9	4,62	72,2	1,89
3425	5,83	5,63	200	1,5	5,73	81,3	1,70
1958	3,60	3,52	8908	2,3	3,56	61,9	1,84
2150	4,41	4,68	250	5,8	4,55	70,5	1,91
2626	6,08	6,01	70	1,0	6,05	73,8	2,21
1380	2,65	3,29	650	19,5	2,97	67,8	1,92
2290	4,81	4,90	90	2,0	4,86	78,9	2,09
3140	5,90	7,05	1150	16,0	6,47	92,4	1,88
2775	5,24	5,95	610	10,3	5,59	88,2	1,89
2898	5,77	6,94	1170	16,9	6,36	89,6	1,99
2809	5,39	7,53	2140	28,4	6,46	102,6	1,22
1770	3,03	4,47	1440	32,0	3,75	80,6	1,71

An dieser Stelle möchte ich nicht versäumen, Herrn Prof. Dr. Eppinger für die liebenswürdige Überlassung des Themas zu danken. Gleichen Dank schulde ich auch Herrn Dr. Ewig für die freundliche Unterstützung bei der Durchführung der Arbeit.

Lebenslauf.

Ich, Margarete Hoffner, wurde am 27. November 1902 in Oberglottertal bei Freiburg i. Br. als Tochter des leitenden Arztes des Sanatoriums Glotterbad, Dr. med. K. Hoffner, geboren. Von 1908/1912 besuchte ich die Volksschule in Oberglottertal; bis 1914 Unterricht im elterlichen Hause. Nach vierjährigem Besuche der Klosterschule in Offenburg trat ich 1918 in die Oberrealschule in Freiburg ein. Abitur 1921. Anschließend zwei Semester Studium der Medizin in Freiburg. 1922/23 Besuch der Handelsschule mit Abschlußprüfung. Bis November 1924 kaufmännische Angestellte in der A. E. G. Freiburg. In den Jahren 1924/1927 war ich in der Krankenpflege in Mannheim und Ludwigshafen a. Rh. tätig. Krankenpflege-Examen 1925. Mit dem Wintersemester 1927 nahm ich mein medizinisches Studium wieder auf.

Literatur.

1. Ergebnisse der inneren Medizin und Kinderheilkunde, Band 27, 1925. Seyderhelm und Lampe: Die Blutmengenbestimmung und ihre klinische Bedeutung.
2. Handbuch der normalen u. pathol. Physiologie VI/2. W. Griesbach: Über die Gesamtblutmenge.
3. American Journal of Physiologie, Band 56/1921. H. R. Arnold, E. B. Carrieur, H. P. Smith and G. H. Whipple: Blood Volume Studies.
4. American Journal of Physiologie, Band 71/1924/25. H. R. Smith, A. E. Belt, H. R. Arnold and E. B. Carrier: Blood Volume Studies at high Altitude.
5. Klinische Wochenschrift No. 3/1928. Fahraeus R.: Die Strömungsverhältnisse und die Verteilung der Blutzellen im Gefäßsystem.
6. Klinische Wochenschrift Nr. 10/1930. H. Seckel: Blutmengenuntersuchungen im Kindesalter.
7. Abderhaldens Handbuch der Biolog. Arbeitsmethoden. 1928. Abteilung V, Teil 8, Seite 245/260. Seyderhelm und Lampe: Die Blutmengenbestimmungsmethoden mittels kolloider Farbstoffe.
8. Beiträge zur pathol. Anatomie und zur allgemeinen Pathologie, Band 84/1930. R. Midsuno: Beiträge zur Morphologie und Physiologie der terminalen Blutbahn.
9. Verhandlungen der deutschen Gesellschaft für innere Medizin 1929. E. Wollheim: Zirkulierende Blutmenge, Kompensation und Dekompensation des Kreislaufs.

   K. Hitzenberger und F. Tuchfeld: Die zirkulierende Blutmenge bei Kreislauferkrankungen im kompensierten und dekompensierten Zustand.
10. Verhandlungen der Deutschen Gesellschaft für Innere Medizin 1930. W. Ewig und K. Hinsberg: Über das Minutenvolumen beim gesunden und beim kranken Menschen.
11. Deutsche Medizinische Wochenschrift No. 14/1930. G. v. Bergmann: Zum Problem der Kompensation und Dekompensation des Kreislaufs.

    E. Wollheim: Zum Problem der Kompensation und Dekompensation des Kreislaufs.